

## 潜砂性二枚貝の初期発育段階における環境要求に関する研究

著者	伊藤 絹子
号	411
発行年	1990
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/16951">http://hdl.handle.net/10097/16951</a>

氏 名(本籍) 伊<sup>い</sup> 藤<sup>とう</sup> 絹<sup>きぬ</sup> 子<sup>こ</sup>

学 位 の 種 類 博 士 (農 学)

学 位 記 番 号 農 第 4 1 1 号

学位授与年月日 平 成 3 年 1 月 10 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学 位 論 文 題 目 潜砂性二枚貝の初期発育段階における環境要求に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主 査) 教 授 川 崎 健  
教 授 谷 口 旭  
教 授 竹 内 昌 昭

# 論文内容要旨

## 潜砂性二枚貝の初期発育段階における環境要求に関する研究

### 研究の目的

一般に二枚貝は大きな資源変動を繰り返していること、またその漁場は比較的限定されていることなどが知られている。漁場で起きている様々な現象について解明するためには、現場における生態および環境特性を明らかにすることはもちろんのこと、様々な環境条件におかれた場合の二枚貝の応答について詳細に観察してゆくことが重要であると考えられる。

本研究では飼育試験によって二枚貝の環境要求を明らかにするとともに現場における二枚貝の生態および漁場の環境特性を解明し、二枚貝の漁場形成要因および望ましい漁場環境について考察することを目的とした。

本研究の特色は以下に示す五つの点である、 1. 簡易な設備を用いて再現性が高い飼育試験法を確立した、 2. 潜砂試験・耐性試験・生長試験の3法の結果の評価法を検討した、 3. 給餌方法に超音波処理をとり入れ、培養藻類のほかに自然水域底泥にも餌料価値を見出した、 4. 産業的に重要な二枚貝であるウバガイおよびアサリの環境要求について明らかにした、 5. 二枚貝の漁場環境の特性について物理・化学的環境のみならず餌環境（生物的環境）についても解明を試みた。

### 第一章 飼育試験法の検討

#### 1. 材料と方法

材料としてヤマトシジミ、アサリ、ウバガイ、ヒメバカガイ、イソシジミの稚貝（殻長1～10mm）を用いた。

①予備実験として稚貝の潜砂行動や生長を観察した。通気および換水の有無と飼育水の水質変化の関係についてウバガイ稚貝の潜砂状態を指標として検討した。飼育容器として500ml ビーカー（生長試験）および3ℓ円型水槽（耐性試験）を使用した。

②培養藻類（*Skeletonema costatum*、*Chlamydomonas* TK株）、鯉池底泥、自然水域の底泥、固形餌料各々を濾過海水に入れ、超音波処理を施しCOD 50ppm になるように調製した餌料溶液を用いて、餌料評価試験を行った。

③ヒメバカガイを用いて異なる塩分条件下における潜砂試験・耐性試験・生長試験を実施して、結果の評価法について検討した。

#### 2. 結果

予備実験における稚貝（ヤマトシジミ、アサリ、ウバガイ、ヒメバカガイ、イソシジミ）の潜砂行動の観察から、稚貝の活力があるときには環境条件が適当であるならば60分以内に潜砂行動が終了することが分った。

活力が低下したときあるいは活力があっても環境条件が悪化したときには稚貝の潜砂行動は認められなかった。すなわち潜砂状態によって稚貝の活力の有無、環境の適否について評価できる。

耐性試験および生長試験における飼育方法の検討の結果、前者は通気と毎日の換水によって、また後者は毎日の換水によって適当な水質が保持されることが分った。

表1に二枚貝に対する各種の餌料効果が示されている。珪藻の *Skeletonema costatum* を用いた場合に最も高い餌料効果が認められた。また鯉池底泥や蒲生干潟の底泥にも餌料効果が認められたが、緑藻の *Chlamydomonas* TK株や藍藻の *Microcystis aeruginosa* の餌料効果は著しく低かった。鯉池底泥や蒲生干潟底泥中には多数の珪藻

(*Naviculla* spp. など) が認められた。塊となった付着藻類も認められたが、これは超音波処理によって分散させた。また、超音波処理によって懸濁時間を長くするなど、ガラス棒による攪拌では得られない状態を作り出し得ることが示された。

表1. 各種飼料条件下での二枚貝類の生長速度 (飼育水温: 20℃)

( ) 内の数値は標準偏差を示す

単位  $\mu\text{m}/\text{day}$

餌料	ウバガイ	アサリ	ヤマトシジミ	ヒメバカガイ
鯉池底泥	56.4 ( $\pm 12.9$ )	67.3 ( $\pm 15.1$ )	41.4 ( $\pm 10.5$ )	16.3 ( $\pm 2.6$ )
スケルトンマ <sup>1</sup> (珪藻類)	99.4 ( $\pm 12.1$ )	206.3 ( $\pm 11.3$ )	110.7 ( $\pm 16.8$ )	37.0 ( $\pm 1.3$ )
クラミドモナス <sup>2</sup> (緑藻類)	25.5 ( $\pm 10.2$ )	21.2 ( $\pm 11.3$ )	25.1 ( $\pm 6.9$ )	10.2 ( $\pm 5.7$ )
ミクロキスティス <sup>3</sup> (藍藻類)	0	0	0	0
バグログマ <sup>4</sup> (ハプト藻)	70.3 ( $\pm 11.5$ )	103.4 ( $\pm 3.1$ )	63.8 ( $\pm 12.8$ )	*
蒲生干潟底泥	57.1 ( $\pm 13.8$ )	74.8 ( $\pm 3.6$ )	58.9 ( $\pm 15.9$ )	*
酵母	0	0	0	0
固形飼料	0	0	0	0

注: 1 *Skeletonema costatum* \* データなし  
2 *Chlamydomonas* TK 株  
3 *Microcystis aeruginosa*  
4 *Pavlova lutheri*

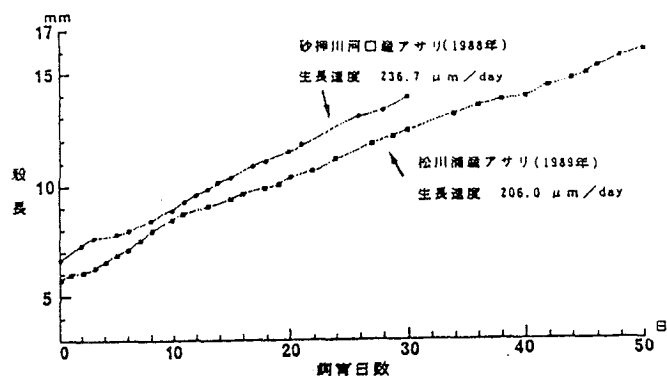


図1 *Skeletonema costatum* を餌料としたアサリの生長 (水温: 20~23℃)

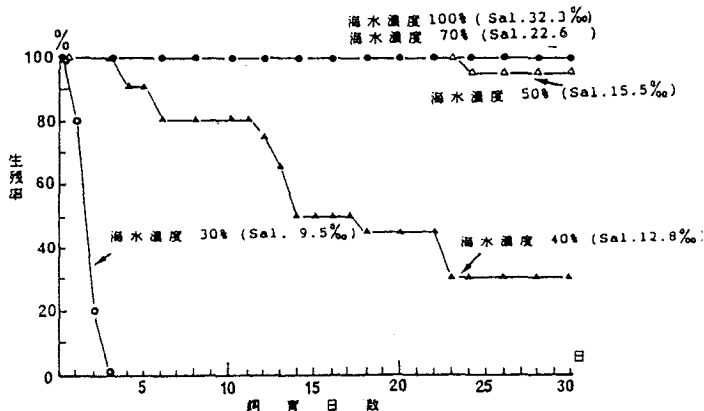


図2 ヒメバカガイの生存率に及ぼす塩分の影響 (餌料: *Skeletonema costatum*, 水温 20℃)

図1に、*Skeletonema costatum*を餌料としたアサリの生長が示されている。生長速度は平均 $200\ \mu\text{m}/\text{day}$ で自然水域での生長速度 $140\ \mu\text{m}/\text{day}$ （有明海）を上回っており、この飼育試験方法は簡易であるにもかかわらず有用な二枚貝生長試験方法であると考えられる。

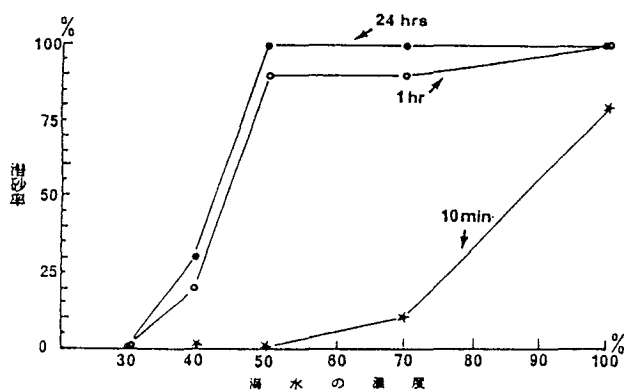


図3 ヒメバカガイの潜砂率に及ぼす塩分の影響

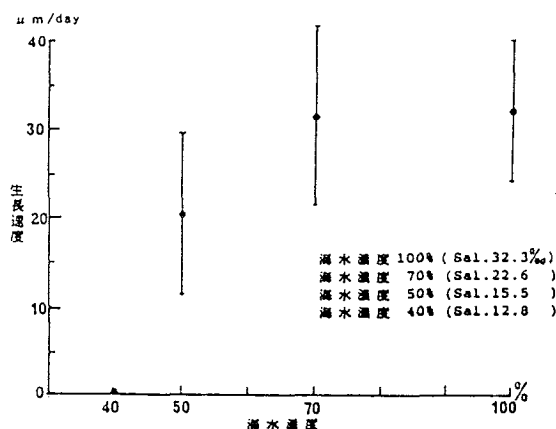


図4 ヒメバカガイの生長に及ぼす塩分の影響

図2～4に、ヒメバカガイについて異なる塩分下で実施した潜砂試験・耐性試験・生長試験の結果が示されている。海水濃度 50% (Sal. 15.5%) ～ 100% (Sal. 32.3%) における30日間の生残率は、95% 以上であったが、海水濃度 40% (Sal. 12.8%) の場合には23日後に30% に低下した。潜砂試験の結果、24時間後の潜砂率は海水濃度 100% (Sal. 32.3%) ～ 50%

(Sal. 15.5%) では100%であったのに対し、海水濃度 40% (Sal. 12.8%) では30% に過ぎなかった。上記の耐性試験結果と比較すると生残率の低下が生ずる塩

分と潜砂率が低い塩分とはほぼ一致している。一方、塩分と生長速度の関係では、海水濃度 50% (Sal. 15.5%) での生長速度は海水濃度 70%

(Sal. 22.6%) および100% (Sal. 32.3%) でのそれと比較してやや低い。

以上の結果は潜砂試験によって耐性限界の判定が可能であることを示している。しかし塩分が生長におよぼす影響については、生長試験によって評価されなければならない。

## 第二章 ウバガイの環境要求について

### 1. 材料と方法

#### ① ウバガイの飼育試験

材料としては福島県水産種苗研究所および宮城県栽培漁業センターにおいて人工採苗されたウバガイ稚貝を用いた。環境因子として水温、塩分底質をとりあげ、条件を変えて潜砂試験・耐性試験・生長試験を行った。

#### ② 磯部ウバガイ漁場の環境の調査

福島県相馬市沿岸の磯部漁場において1986年から1989年に至る4年間、環境調査を実施した。調査は水温、塩分、pH、クロロフィルa濃度、底泥のpH、酸化還元電位、粒度組成、底泥懸濁液のCOD、クロロフィルa濃度について行った。

## 2. 結果

図5にウバガイの生長速度の飼育水温に対する関係について示す。ウバガイの良好な生長は水温が15~20℃で認められた。

餌料として *Skeletonema costatum* を与えた場合、水温20℃で最も高い生長速度(平均89.5  $\mu\text{m}/\text{day}$ ) がみられた。これより高温では生長速度は低下し始め水温23℃では51.2  $\mu\text{m}/\text{day}$  に、水温25℃では20℃での約1/2、35.3  $\mu\text{m}/\text{day}$  に低下した。また耐性試験結果から

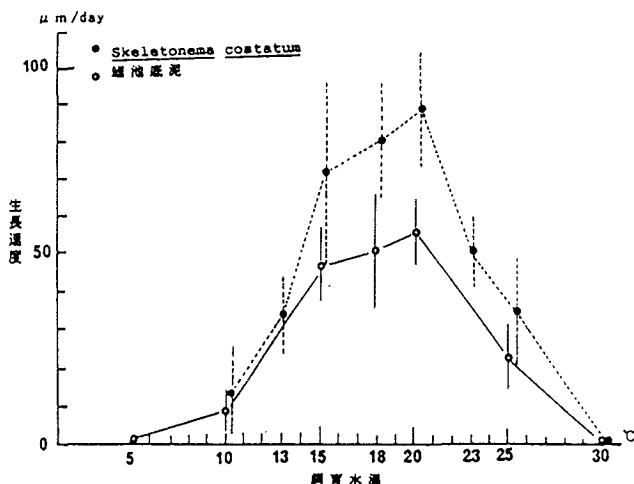


図5 飼育水温に対するウバガイの生長速度の関係  
(餌料: *Skeletonema costatum*, 磯池底泥)

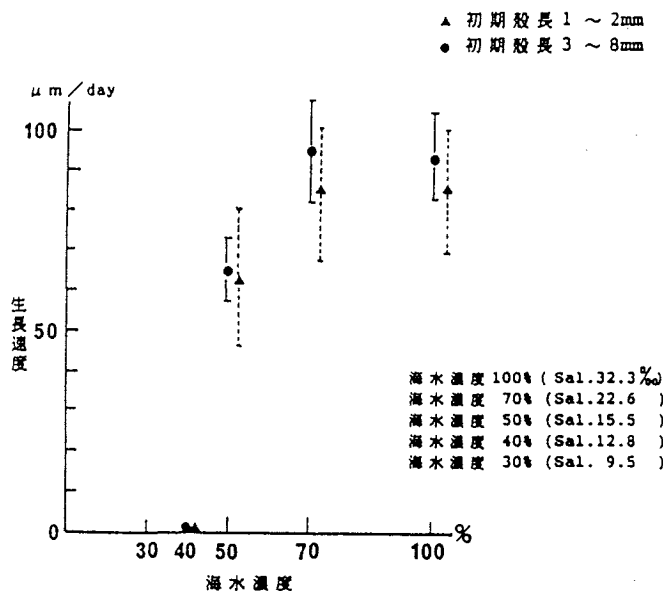


図6 ウバガイの生長におよぼす塩分の影響  
(水温: 20℃, 餌料: *Skeletonema costatum*)

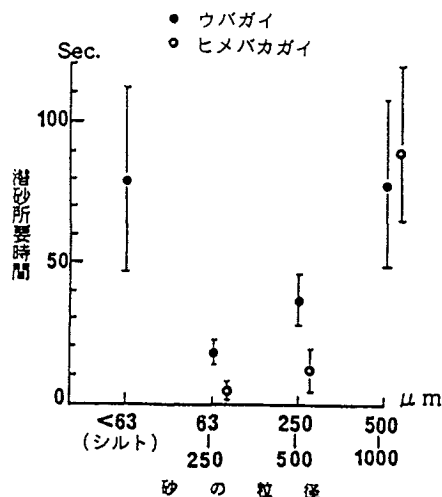


図7 砂の粒径に対する潜砂所要時間の関係

水温28℃以上の高温域でのウバガイの生存は難しいことが分った。 図6に塩分とウバガイの生長速度の関係について示す。海水濃度 70% (Sal.22.6%) における生長速度は100% (Sal.32.3%) におけるそれと殆ど同じであるが、海水濃度 50% (Sal.15.5%) では生長速度がやや低下している。

図7に砂の粒径と潜砂所要時間の関係を示す。 微細砂～細砂では時間は短い、シルトや粗砂の場合には長いことが分かった。

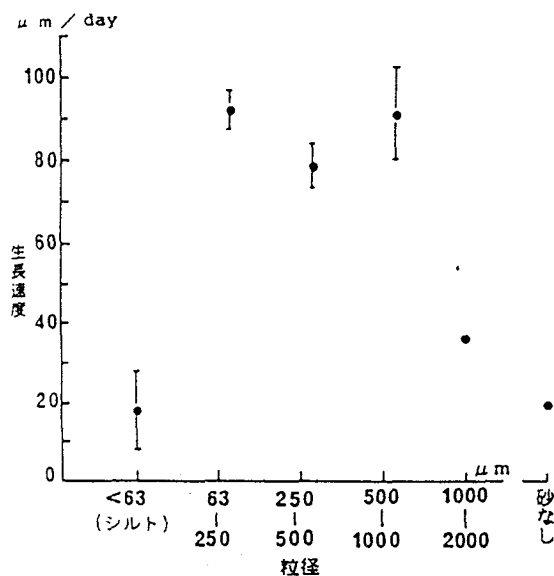


図8 ウバガイの生長におよぼす底質の影響  
(水温: 20℃、餌料: *Skeletonema costatum*)

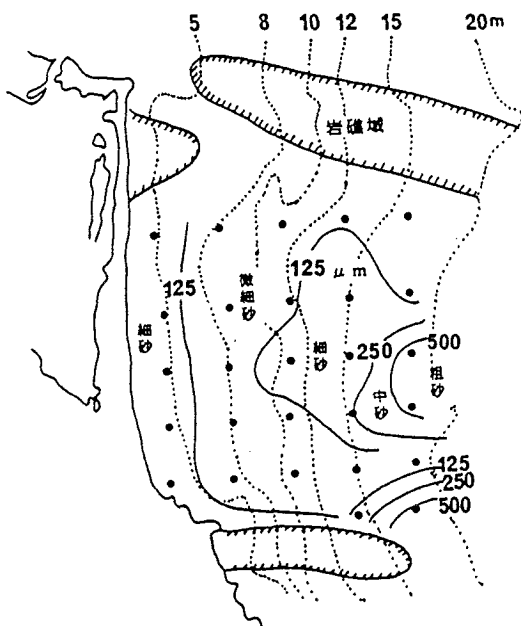


図10 磯部ウバガイ漁場における底泥の中央粒径の分布 (μm)  
(1987年7月30日)

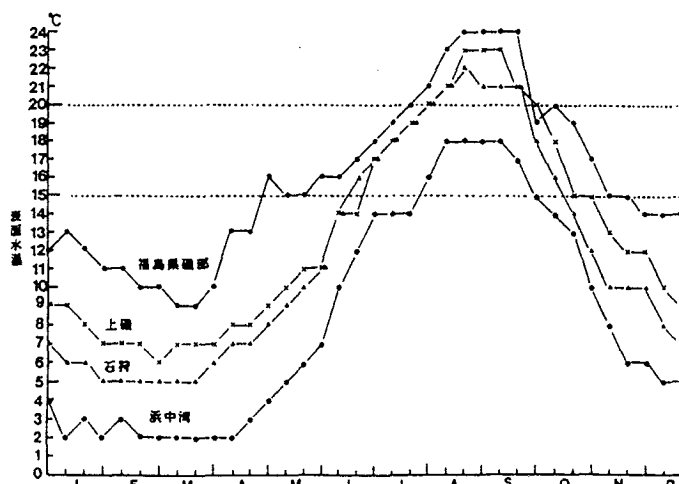


図9 各地域の表面水温の変化 (気象庁・海況旬報 1988年)

図8に底質とウバガイの生長速度の関係を示す。シルトや極粗砂の場合には生長速度の低下が認められる。以上の結果からウバガイの適環境は水温が15～20℃の範囲であり、塩分は23‰以上、底質は微細砂～中砂であると考えられた。

次に磯部ウバガイ漁場の環境特性を整理すると、夏季にはウバガイにとって不適当な高水温が認められるものの、最適水温の期間が長く（図9）北海道におけるよりも短期間で漁獲対象サイズになる。漁場全体にわたってしばしば低塩分水が認められた。底質環境の特徴は図10に示されるように、漁場の中心域（水深5～10m）では微細砂である。底泥のCODとクロロフィルa濃度の関係については、漁場の中心域においてクロロフィルa濃度がCODに対して高い傾向が認められる。

### 第三章 アサリの環境要求について

#### 1. 材料および方法

##### ①アサリの飼育試験

材料としては砂押川河口および松川浦において採集されたアサリ稚貝を用いた。飼育試験方法はウバガイの場合と同様である。

##### ②砂押川河口アサリ漁場の環境調査

1988年～1989年の2年間、宮城県砂押川河口において環境調査を行った。調査項目は磯部ウバガイ漁場の調査の場合と同様である。

##### ③砂押川河口から上流3km までの地点においてアサリの分布調査を行った

#### 2. 結果

図11に飼育水温に対するアサリの生長速度の関係を示す。アサリの生長としての適水温は20～25℃の範囲にあることが分った。

塩分に対するアサリの生長速度の関係を図12に示す。海水濃度50‰（Sal.15.5‰）～100‰（Sal.32.3‰）の範囲では生長速度に大きな違いは認められなかった。海水濃度40‰（Sal.12.8‰）では生長速度がやや

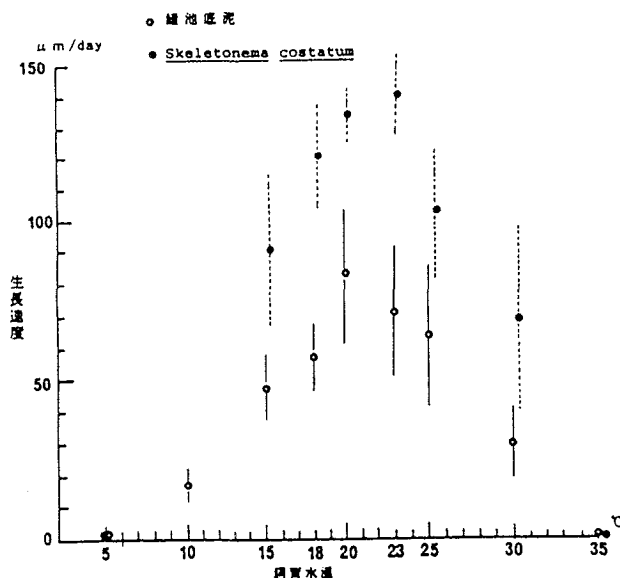


図11 飼育水温に対するアサリの生長速度の関係  
(餌料: *Skeletonema costatum*, 磯池底泥)



低下していることから、アサリの良好な生長にとっては16%以上の塩分が必要であると考えられた。図13に底質とアサリの生長の関係を示す。

底質が砂でない場合の生長は、細砂や粗砂の場合に比べて緩慢である。シルトを用いた場合の生長速度は粗砂の場合の約1/2と低かった。

以上の結果からアサリの適環境は、水温は20~25℃で、塩分16%以上、底質は微細砂~粗砂であると考えられた。

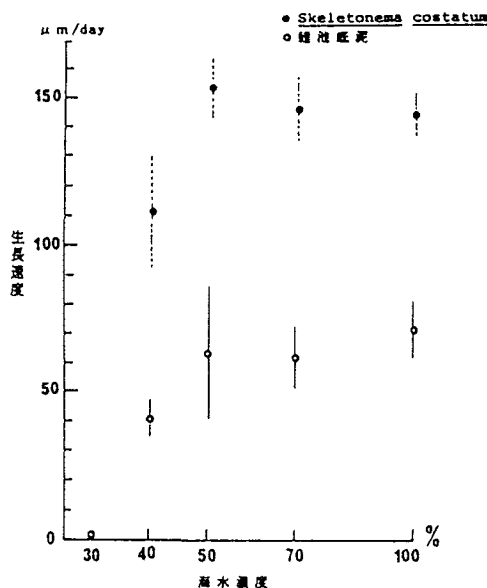


図12 飼育水の塩分に対するアサリの生長速度の関係  
(餌料: *Skeletonea costatum*, 鰓池底泥)

海水濃度 100‰ (Sal. 32.3%)  
海水濃度 70‰ (Sal. 22.6%)  
海水濃度 50‰ (Sal. 15.5%)  
海水濃度 40‰ (Sal. 12.8%)  
海水濃度 30‰ (Sal. 9.5%)

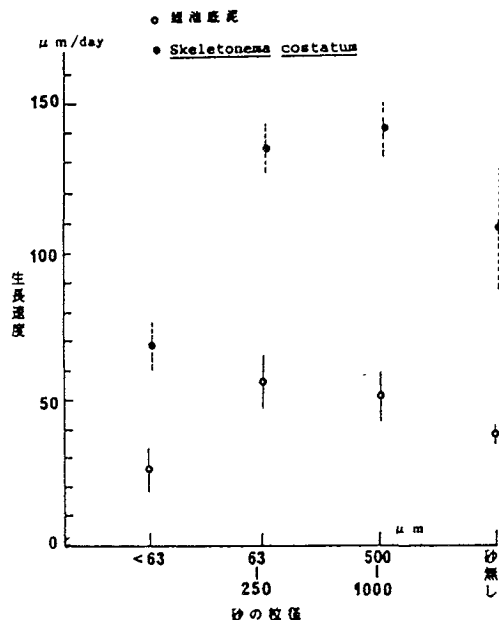


図13 異なる底質条件下におけるアサリの生長  
(水温: 20℃, 餌料: 鰓池底泥)

砂押川河口のアサリ漁場の環境特性を次のようにまとめることができる。塩分が著しく変動している感潮域であること、漁場全体にわたってC O Dクロロフィルaともに高く富栄養化していることである。アサリの高密度域は底質は細砂質~中砂で、底泥中のC O Dに対してクロロフィルa濃度が高かった。

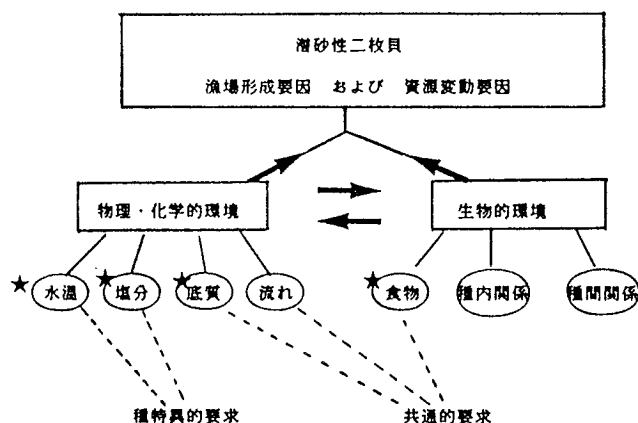
#### 論議とまとめ

簡易な設備を用いた飼育試験法(潜砂試験・耐性試験・生長試験)の確立によって、潜砂性二枚貝の環境要求について再現性が高い実験を行うことが可能になった。

これまで二枚貝の研究における問題点のひとつであった餌料については培養藻類のほかに、鰓池底泥や自然水域底泥にも餌料価値があることを見出し、餌料選択の範囲を広げた。餌料評価のための生長試験(餌料評価試験)を超音波処理の利用によって大きく前進させることができたことが

本研究の成果のひとつであると考えている。また、餌料評価試験は飼育用の有効餌料の探索法として有効であることのほかに、自然水域における餌環境の評価法として考えることもできる。自然水域では餌料効果が認められる底泥と認められない底泥があり、前者は珪藻などを含み、後者は殆どデトライタスから成ることが示された。すなわち、二枚貝が摂取していると考えられている水中懸濁物全てに餌料効果があるとは考えられず、二枚貝はそのなかの一部によって支えられているのではないかと思われる。したがって自然水域では予想以上に餌環境は厳しいのではないかと思われ、餌環境の良否も二枚貝の漁場形成要因として重要であると考えられる。ここでは底泥のCOD（有機物量の指標）に対するクロロフィルa濃度（植物プランクトン量の指標）の関係を求めて餌環境の評価を試みた。磯部漁場および砂押川河口漁場ともに、稚貝が高密度に分布している場所ではCODに対するクロロフィルa濃度が高い傾向が認められ餌環境が二枚貝の分布や生長の良否を論ずる上で重要であることを示している。

本研究ではウバガイ、アサリについては環境要求を明らかにし、また漁場の環境特性についても解明することができた。得られた結果を総合して次のような結論を得た（図14）。二枚貝の環境要求には種特異的な要素（水温、塩分など）と共通的な要素（底質、餌環境など）があることが分った。共通的な環境要求は、稚貝の沈着および沈着稚貝の生活の安定に有利であると考えられる底質（微細砂～中砂）であることと、良好な生長が確保できる餌環境であること、である。このような環境において潜砂性二枚貝の漁場が形成されることが考えられる。



★： アサリ・ウバガイに関して本研究において明らかにされた

図14 潜砂性二枚貝の漁場形成要因および資源変動要因についての  
フローチャート

## 審査結果の要旨

発育初期における潜砂性二枚貝の生態と環境との係わりあいに関する研究は国内外ともに少なく、体系的に研究された報告は殆ど見られない。そのため二枚貝の資源変動要因や漁場形成要因などについても、未解明の部分が多いのが現状である。著者はこれを解明するためには漁場での二枚貝の生態や環境特性を明らかにすることと併行して、様々な環境条件下における二枚貝の挙動について詳細に観察することが重要であると考え、まずこれまで確立されていなかった発育初期における二枚貝の飼育試験法の検討を行い、簡易な設備でありながら、再現性が高い飼育試験法を案出した。最も重要である二枚貝の餌料に関しては、これまで広く用いられてきた培養藻類のほかに、大学構内にある流水式鯉池の底泥や天然水域の底泥にも、餌料価値を見出した。また給餌方法に超音波処理を取り入れて餌料の小型化、懸濁時間の長期化が可能となった結果、これまでは困難であると考えられてきた着底初期の稚貝の飼育が容易になった。

次に著者はこれまで殆ど着目されていなかった発育初期の二枚貝の潜砂行動を定量的に表現する方法を考案し、飼育試験のなかに潜砂試験法として位置づけた。潜砂試験を行うことにより、環境条件に対する耐性限界について短時間内に評価できるという知見を示した。

このような飼育試験法は水産的に重要なウバガイ、アサリにも適用され、様々な環境条件（水温、塩分、溶存酸素、砂の粒径など）の下での生長試験、耐性試験、潜砂試験が繰り返し実施され、発育初期におけるウバガイ、アサリの環境要求が初めて明らかとなった。ウバガイ、アサリの好漁場として知られている、福島県磯部漁場と宮城県砂押川河口において、1986年から1989年までの4年間併行して環境調査が実施され、漁場の環境特性について、水質および底質の両側面からの解析が行われた。

以上の研究から、発育初期の潜砂性二枚貝の環境要求には、種特異的な要求（水温、塩分など）と普遍的な要求（底質、食物など）とがあるという事を示し、これが潜砂性二枚貝の漁場形成や資源変動の要因として重要であるという知見が示された。現在ウバガイ、アサリとも種苗生産や種苗放流などの増産努力がなされているが、今回得られた成果は重要な知見として役立つであろうし、将来に亘っての二枚貝の漁場保全を考えるためにも多くの示唆が与えられた。

以上の点から農学博士の学位を授与するに値する研究であると判断された。